

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-275385
 (43)Date of publication of application : 22.10.1993

(51)Int.Cl. H01L 21/302
 C23F 4/00

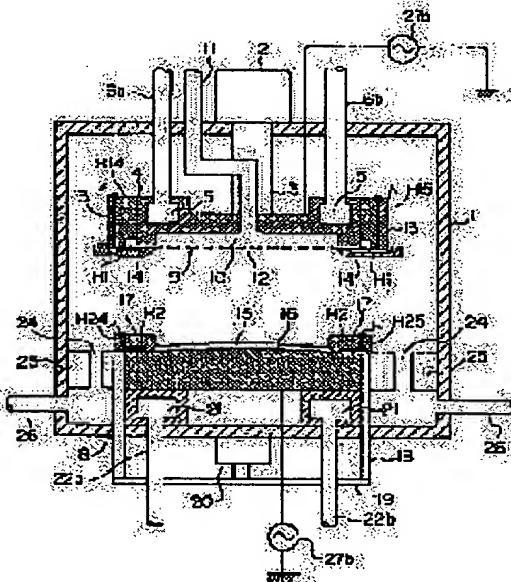
(21)Application number : 04-098924 (71)Applicant : TOKYO ELECTRON YAMANASHI KK
 (22)Date of filing : 25.03.1992 (72)Inventor : IMAFUKU KOSUKE

(54) PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the processing efficiency and yield of the object to be processed by preventing a reaction product from sticking on the surface of a means for holding the object to be processed and a plasma concentrating means which are provided with plasma electrodes so that the means for holding the object to be processed and the plasma concentrating means can be used for a long period without frequent maintenance works such as cleaning, replacement, etc.

CONSTITUTION: At least one of a means for holding the object to be processed 17 and a plasma concentrating means 14, which are provided to plasma electrodes 16 and 9, is provided with heating means H1 and H2, and the device is heated up and kept at a temperature where a reaction product generated through plasma processing will not be stuck on the means 17 and 14.



Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-275385

(43)公開日 平成5年(1993)10月22日

(51)Int.Cl.⁵

H 01 L 21/302
C 23 F 4/00

識別記号 庁内整理番号

C 7353-4M
A 8414-4K

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平4-98924

(22)出願日 平成4年(1992)3月25日

(71)出願人 000109565

東京エレクトロン山梨株式会社
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

(72)発明者 今福 光祐

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1
東京エレクトロン山梨株式会社内

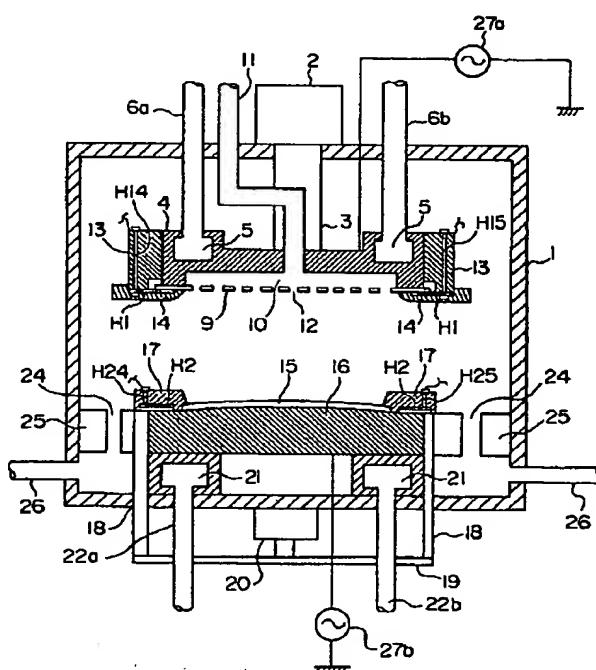
(74)代理人 弁理士 後藤 隆英 (外1名)

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【目的】 プラズマ電極16, 9に付設された被処理体保持手段17及びプラズマ集中手段14の表面に対する反応生成物の付着を防止し、清掃・交換等のメンテナンスを頻繁に施すことなく上記被処理体保持手段17及びプラズマ集中手段14を長期にわたって使用可能とし、被処理体15の処理効率及び被処理体の歩留り向上を図る。

【構成】 プラズマ電極16, 9に付設された被処理体保持手段17及びプラズマ集中手段14の少なくとも一方に加熱手段H1, H2を付設し、プラズマ処理により生じる反応生成物が被処理体保持手段17及びプラズマ集中手段14に付着しない温度に昇温・維持させてなるもの。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密性を有する処理室内にプラズマ発生用の電極が対向配置されてなり、これら両電極のいずれか一方側には、被処理体を保持する保持手段が設けられているとともに、他方側の電極には、両電極間に発生したプラズマを被処理体に集中させる集中手段が設けられているプラズマ処理装置において、

上記保持手段及び集中手段の少なくとも一方には、プラズマ処理によって生じた反応生成物を表面に付着させない温度に昇温・維持する加熱手段が設けられていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 請求項1に記載のプラズマ処理装置において、

加熱手段は、発熱抵抗体をパターン状に被着してなる薄板状のヒーターから構成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマ処理装置に関する。

【0002】

【從来の技術】 近年、半導体製造装置等の各種装置において、プラズマを用いた処理装置がしばしば採用されている。プラズマ処理装置は、気密性の処理室内に対向配置された一対のプラズマ発生用電極を備えており、これら両電極間における放電によってプラズマを発生させ、それにより被処理体の処理を行うものである。

【0003】 ここで上記一対のプラズマ電極のいずれか一方側には、被処理体を保持するクランピング等の保持手段が設けられており、この保持手段によって、半導体ウエハ等の被処理体を上記一方側の電極上に固定・保持した後、前記処理室内に所定の処理ガスを導入してプラズマ処理を開始する。このとき他方側の電極には、両電極間に発生したプラズマを被処理体に集中させるための集中手段がしばしば設けられる。この集中手段としては、例えば被処理体とほぼ同径のリング形状に形成されたフォーカスリングがあり、上記電極の端縁部分に装着されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一方このようなプラズマ処理装置においては、プラズマ処理によって所定の反応生成物が生じており、その反応生成物は、処理室から排気管経路を通って外部に排出されている。ところがこの反応生成物は、上記排気管経路中の特に低温部分に付着する傾向がある。特に上述した保持手段及び集中手段は、プラズマ処理部に近接配置されているため反応生成物の付着を生じ易く、プラズマ処理の継続によって上記保持手段及び集中手段の表面に反応生成物が次第に積層していく。

【0005】 そしてこのように保持手段及び集中手段の

表面に付着し積層した反応生成物は、付着後に保持手段及び集中手段から剥がれ落ちることがあり、それがパーティクルとなって被処理体表面に付着するおそれがある。したがって従来では、保持手段及び集中手段を定期的に取り外し、液浸けや摺擦等によって清掃し、あるいは交換を行う等のメンテナンスを実施している。このようなメンテナンス作業は、処理装置の稼働効率及び被処理体の処理効率の観点からすれば行わない方が好ましく、またメンテナンスを行う場合であっても、メンテナンスサイクルを出来るだけ長くすることが好ましい。

【0006】 そこで本発明は、プラズマ電極に付設された保持手段及び集中手段への反応生成物の付着を良好に防止することができるようとしたプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明にかかる手段は、気密性を有する処理室内にプラズマ発生用の電極が対向配置されてなり、これら両電極のいずれか一方側には、被処理体を保持する保持手段が設けられているとともに、他方側の電極には、両電極間に発生したプラズマを被処理体に集中させる集中手段が設けられているプラズマ処理装置において、上記保持手段及び集中手段の少なくとも一方には、プラズマ処理によって生じた反応生成物を当該保持手段及び集中手段の少なくとも一方に付着させない温度に昇温・維持する加熱手段が設けられた構成を有している。

【0008】

【作用】 このような構成を有する手段においては、プラズマ処理により生じた反応生成物が保持手段及び集中手段に付着しようとしても、当該保持手段及び集中手段が、加熱手段によって反応生成物の付着を回避する温度に昇温・維持されているため、保持手段及び集中手段に対する反応生成物の付着が防止される。したがって清掃・交換等のメンテナンスをほとんど施すことなく、シールド手段が長期にわたって良好に使用されるようになっている。

【0009】

【実施例】 以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。まずプラズマ処理装置の一例としてエッチング装置の構成を説明する。図1に示されているように、中空箱形状の処理室1は、内部を気密に保持することが可能な構成を有しており、当該処理室1の壁部は、導電性材料、例えば表面にアルマイト処理を施したアルミニウムから形成されている。この処理室1内の上方部分には、昇降機構2に連結棒3を介して接続された電極体4が昇降自在に配置されている。この電極体4は、例えば上記処理室1と同様に、表面にアルマイト処理を施したアルミニウム等から構成されている。上記昇降機構2は、例えばエアシリンダーやボールネジ等から構成されている。

【0010】前記電極体4の内部には、流体流路5が環状に形成されており、この流体流路5には、図3、及び図4に示されているようなIN側の配管6aとOUT側の配管6bとが接続されている。これらの各配管6a及びOUT側の配管6bは、開閉バルブ7a、7bを介して温調器の例えれば冷却器8aに連設されている。冷却器8aにより所定の温度に調温した熱媒体、例えれば不凍液と水とを混合してなる冷却液は、上記各配管6a、6bを通って上記電極体4内を循環し、当該電極体4の冷却を可能とするように構成されている。

【0011】また前記電極体4の下面には、導電性材質、例えればアモルファスカーボンからなる上部電極9が、上記電極体4と電気的に絶縁された状態で設けられている。この上部電極9と電極体4との間には空間10が形成されており、当該空間10に対し電極体4側から開口するようにしてガス供給管11が接続されている。このガス供給管11は、図示を省略した処理ガス供給源に連設されており、当該ガス供給管11を通して、エッティングガスが上記空間10内に供給されるように構成されている。エッティングガスとしては、ハロゲン系のガス、例えればCFガス系のCHF₃及びCF₄ガスが用いられる。一方上部電極9には、複数の開口12が形成されており、これらの各開口12を通して、上記空間10に供給されたガスが処理室1内に流出する構成になされている。

【0012】さらに前記電極体4及び上部電極9の外周には、絶縁リング13が嵌着されているとともに、この絶縁リング13の下面部にフォーカスリング14が装着されている。フォーカスリング14は、絶縁体例えれば四沸化エチレン樹脂等により環状に形成されており、上記絶縁リング13の下面部から上部電極9の下面部外周縁まで延在している。このフォーカスリング14の内径は、エッティング処理される被処理体、例えれば半導体ウエハ15とほぼ同一の寸法に形成されており、これにより半導体ウエハ15とほぼ同一口径のプラズマを発生させ、その発生プラズマを被処理体に集中させるように構成されている。さらにこのフォーカスリング14の図示下面側表面内部には、リング形状のヒーターH1が、上記電極体4及び上部電極9の下面部に接するように収容されている。このヒーターH1の詳細構造については後述する。

【0013】一方前記処理室1内において、上部電極9と対向する下方位置には、被処理体、例えれば半導体ウエハ15を載置するための下部電極16が配置されている。この下部電極16は、表面に例えればアルマイド処理が施されたアルミニウム板から形成されており、当該下部電極16の上面は、上部電極9側に凸状をなすようにして周縁部に向かって緩やかな湾曲面に形成されている。

【0014】この下部電極16の外周には、上記半導体

ウエハ15の周縁部を下部電極16側に押圧し保持するクランプリング17が設けられている。このクランプリング17は、例えれば表面にアルマイド処理を施し絶縁性のアルミニウム、石英あるいはセラミックス等から構成されている。またこのクランプリング17の内部には、リング形状のヒーターH2が、下部電極16の上面部に当接するように収容されている。このヒーターH2の詳細構造についても後述する。

【0015】上記クランプリング17の直下には、複数本例えれば4本のシャフト18が処理室1の外部に向かつて延出するように連結されており、これら各シャフト18の先端部は、処理室1の外部に配置されたリング19を介して、昇降機構例えればエアシリンダ20に接続されている。これによりクランプリング17は昇降自在に構成されている。

【0016】前述したフォーカスリング14及びクランプリング17のそれぞれに装着されている各ヒーターH1及びH2は、例えれば円板状のセラミックス基体中に高融点金属発熱体を埋設して同時焼成し一体化したものや、焼き上げられたセラミックス基板上に、発熱抵抗体とガラスを印刷積層したものを一体に焼き付けて焼結したもの等が用いられており、上記フォーカスリング14及びクランプリング17のそれぞれに環状に凹設された収容溝内に装着された後に、図示を省略したボルト等の固定手段によって定位置に固定されている。

【0017】後者構造のヒーターは、例えれば図2に示されているようなリング形状の薄板構造を有している。図2には、フォーカスリング14用のヒーターH1の構造が表されているが、ヒーターH2も同様の構成であり、ヒーターH2に関する同一の構成については括弧内に符号を付している。セラミックス基板H11(H21)としては、例えればアルミニナセラミックスが採用されている。また発熱抵抗体H12(H22)としては、例えれば主成分たるケイ化モリブデン(MoSi₂)にニッケル(Ni)、マンガン(Mn)等を副成分として混合したもののが採用されている。発熱抵抗体H12(H22)は、スクリーン印刷によって図に示されているようなジグザグ状の連続パターン形状に被着されており、この発熱抵抗体H12(H22)の上からは、結晶化したガラスコートが積層され被覆が行われている。

【0018】また上記各ヒーターH1及びH2として、CVD(化学気相成長法)により製造された電気絶縁性セラミックスPBN(Pyrolytic Boron Nitride)からなるヒーター基板と、このヒーター基板上に蒸着された電気伝導性セラミックスPG(Pyrolytic Graphite)とを複合化させてなるものを用いることができる。この構造のヒーターを用いれば、発熱抵抗体が処理ガス雰囲気に露出するような事態を防止することができる。

【0019】これらの各ヒーターH1、H2の発熱温度

は、室温以上の温度に設定されており、より具体的には、使用する処理ガスの種類及び反応生成物の種類等の各種プロセス条件によって設定温度は変えられる。本実施例における各ヒーターH1、H2の発熱温度は、100°C以上に設定されており、装置稼働中は常時加熱状態に維持されている。

【0020】上記各ヒーターH1、H2には、給電部及び測温部が設けられている。このうち給電部においては、各ヒーターH1、H2に設けられた接続端子H1、H2に、棒状導体H14、H24(図1参照)がほぼ直上に向かって延びるように固定ネジにより締め付け固定されている。この棒状導体H14、H24の上端部には、給電用のリード線が接続されている。また上記固定ネジの材質としては、ガス耐食性に優れた材料例えばステンレス材(SUS316)が用いられている。一方前記測温部は、各ヒーターH1、H2の発熱部の一部に、棒状センサーH15、H25を圧接させた構造をしている。なお図1では、便宜上、給電部と測温部とを対向配置した状態が表されているが、実際には、給電部どうし及び測温部どうしが相対向するように配置されている。すなわちこれら給電部及び測温部は、互いに直交する対角の位置にそれぞれ一対づつ設けられている。

【0021】また前記下部電極16の内部には、流体流路21が環状に形成されており、この流体流路21には、図2及び図3に示されているようなIN側の配管22aとOUT側の配管22bとが接続されている。これらの各配管22a及びOUT側の配管22bは、開閉バルブ23a、23bを介して温調器の例えれば冷却器8bに連設されている。この冷却器8bは、上述した上部電極9側の冷却器8aとともに一体の冷却装置8を構成している。冷却器8bにより所定の温度に調温した熱媒体、例えれば不凍液と水とを混合してなる冷却液は、上記各配管22a、22bを通じて下部電極16内を循環し、当該下部電極16の冷却を可能とするように構成されている。

【0022】さらに上記下部電極16の外周面と、処理室1の内壁面との間の間隙部分には、排気孔24を備えた排気リング25が嵌め込まれているとともに、この排気リング25の排気孔24により連通される排気リング25の下方部分には、排気管26が処理室1の側壁に開口されている。上記排気管26は、図示を省略した排気装置等に接続されており、処理室1内のガスが、上記排気孔24及び排気管26を通して外部に排出されるように構成されている。

【0023】このような上部電極9及び下部電極16には、RF電源27a、27bがそれぞれ電気的に接続されており、エッティング処理の際に使用するプラズマ放電を発生可能に構成されている。下部電極16に接続されたRF電源27bは、380KHzの高周波出力電圧を有しているとともに、上部電極9に接続されたRF電源

27aは、13.56MHzのより高周波の出力電圧を有している。

【0024】上述したエッティング装置には、熱媒体排出装置28が設けられている。すなわち図2及び図3に示されているように、上部電極9を有する電極体4を循環する冷却液の配管6a、6bの何れか一方例えばIN側の配管6a、及び下部電極16を循環する冷却液の配管22a、22bの何れか一方例えばIN側の配管22aには、ガス供給管29a、29bがそれぞれ接続されており、これらガス供給管29a、29bは、逆止弁30a、30b及び開閉バルブ31a、31bを介して連通接合されている。その連通接合部分には、圧力計32を備えたレギュレーター33が配置されており、このレギュレーター33は、図示を省略したガス供給源に接続されている。ガス供給源から送給してきたガス、例えればN₂あるいはエアー等は、上記レギュレーター33によって所定の圧力に調節された上で、上記配管6a、22a内に注入されるよう構成されている。

【0025】この熱媒体排出装置28は、前述したように両電極9、16と、冷却装置8との間の配管6a、22bに独立した熱媒体排出装置として設けても良いし、あるいは冷却装置8の一機能として設けても良く、さらには電極9、16側であるエッティング装置の一機能として設けても良い。

【0026】次に、上述したエッティング装置の動作・作用及び半導体ウエハのエッティング方法を説明する。まず処理室1の図示しない開閉機構を開き、この開閉機構を介して被処理体である半導体ウエハ15を処理室1内に搬入する。ついで下部電極16の中心付近に、当該下部電極16を貫通するようにして設けられている昇降自在なリフターピン(図示せず)を上昇させた状態で、そのリフターピン上に半導体ウエハ15を載置し、その後リフターピンプラズマを下降させて下部電極16の表面に半導体ウエハ15を載置する。かかる後、クランプリング17を下降させ、そのクランプリング17により半導体ウエハ15の周縁部を下部電極16側に押圧して上記半導体ウエハ15を一定位置に保持する。

【0027】このようにして半導体ウエハ15を下部電極16の表面に支持した後、上記処理室1の内部を気密に設定して内部を所望の真空状態に設定する。この真空動作は、周知である予備真空室の使用によって半導体ウエハ15の搬送時に予め実行してもよい。

【0028】次に、昇降機構2によって連結棒3を通して電極体4を下降させ、上部電極9と下部電極16との間隔を、例えれば数mm程度に設定する。そして図示を省略したエッティングガス供給源より、エッティングガス、例えればCHF₃及びCF₄をガス供給管11を通して空間10に送給する。この空間10に送出されたエッティングガスは、上部電極9に設けられた複数の開口12から半導体ウエハ15の表面に流出される。これと同時にRF電

源27により上部電極9と下部電極16との間に高周波電力を印加して放電を発生させる。この放電により上記エッティングガスをプラズマ化させて多種類の活性種、例えばCF₂ラジカルを発生させ、このラジカルによって上記半導体ウエハ15のエッティング処理を行う。

【0029】このようなエッティング処理を行っていると、反応生成物として例えばSiF₄が処理室1内に生成される。この反応生成物SiF₄は、ガス状となって排気孔24及び排気管26を通り外部に排出されていくが、その排気経路において特に低温部分に付着しようとする。この反応生成物の付着は、まずエッティング処理部に最も近いフォーカスリング14及びクランプリング17の各表面に対して行われようとするが、本実施例におけるフォーカスリング14及びクランプリング17は、内部に収容されている各ヒーターH1及びH2によって、反応生成物の付着を回避する温度に昇温され維持されている。このためフォーカスリング14及びクランプリング17の各表面に対する反応生成物の付着は防止される。したがって上記フォーカスリング14及びクランプリング17は、長期にわたって清掃・交換等のメンテナンスをほとんど施すことなく使用が可能であるとともに、フォーカスリング14及びクランプリング17からの剥がれ落ちがなくなり、半導体ウエハ15に対する反応生成物の付着も防止される。

【0030】またこのとき高周波電力の印加により上部電極9及び下部電極16が高温となり、熱膨張が発生するおそれがある。この場合上部電極9の材質は、例えばアモルファスカーボン製であり、これと当接している電極体4は、例えばアルミニウム製であるため、熱膨張係数が異なり、したがってひび割れが発生する原因となる。このひび割れの発生を防止するため、上部電極9を有する電極体4の内部に形成された流体流路5に、冷却器8aにより冷却制御された冷却液をIN側の配管6aから供給し、OUT側の配管6bから排出するように循環させて、間接的に上部電極9を冷却している。

【0031】さらに下部電極16が高温になっていくと、半導体ウエハ15の温度も変化し、エッティングに悪影響を与える他、半導体ウエハ15の表面のレジストを破壊してしまうおそれがある。したがってこの下部電極16も、下部に設けられた流体流路21に、冷却器8bにより冷却制御された冷却液をIN側の配管22aから供給し、OUT側の配管22bから排出するように循環させて、間接的に下部電極16を冷却している。

【0032】またこのようなエッティング処理を行っていると、電極9、16の消耗や破損が発生した場合、あるいはメンテナンス時等に、上記電極9、16の交換等の作業を行う必要がある。この場合、まず処理室1内を大気圧に設定し、冷却装置8の運転を停止する。そしてメンテナンスする電極側の冷却液の配管、例えば上部電極9を有する電極体4のメンテナンスを行う場合は、電極

体4の冷却系の配管6aに存在している開閉バルブ7aを閉じる。そしてその配管6aに接続している熱媒体装置28の開閉バルブ31aを開き、図示しないガス供給源からのN₂ガスをレギュレーター33により所定の圧力、例えば0.25～0.35kg/cm²の範囲に調整し、上記開いた開閉バルブ31a及び逆止弁30aを介して配管6a内に上記N₂ガスを注入する。

【0033】ここで上記逆止弁30aの存在により配管6a内の冷却液が上記ガス供給管29a内に逆流することを防止している。すると上記注入されたN₂ガスは、配管6a内を介して上部電極9を有する電極体4内方向に流れ、この配管6a内及び電極体4内に存在していた冷却液を開閉バルブ7aを介して冷却器8a内に押し戻す。このとき冷却液を冷却器8a内に完全に押し戻したか否かの確認を行う手段としては、例えば上記配管6b内に冷却液の存在を検知するセンサを設けて、これにより確認する構成としてもよいし、または、上記冷却器8a内に設けられている図示を省略したタンクのキャップを外し、そのタンクに押し戻されてくる冷却液がN₂ガスに変わり、気泡を発生し出すことで確認する構成としてもよい。このような手段により冷却液が冷却器8a内に戻されたことを確認した後、直ちに開閉バルブ7bを開じることで冷却液が電極体4の方向に逆流することを防止する。そして電極のメンテナンスを実行し、再び運転させるときは、上記開閉バルブ31aを閉じ、開閉バルブ7a、7bを開いて冷却装置8の運転を再開させる。このように本実施例によれば、被処理体の処理効率を向上させることができるとともに、被処理体表面へのパーティクルの付着をなくし、被処理体の歩留り向上及び処理工程の信頼性を向上させることができる。

【0034】次に、図1に表された実施例と同一の構成物を同一の符号で示した図5における実施例では、フォーカスリング14及びクランプリング17の各対向面すなわち外側表面に、ヒーターH3、H4がそれぞれ配置されている。これらの各ヒーターH3及びH4としては、上記実施例と同様に、例えば円板状のセラミックス基体中に高融点金属発熱体を埋設して同時焼成し一体化したものや、焼き上げられたセラミックス基板上に、発熱抵抗体とガラスを印刷積層したものを一体に焼き付けて焼結したもの等が用いられているが、いずれにしても発熱抵抗体が外部側に直接露出することのないように、ガラスコート等による被覆が行われており、発熱抵抗体の処理ガスによる腐食を防止する構成になされている。

【0035】また上記各ヒーターH3、H4の給電部においては、各ヒーターH3、H4の接続端子から、棒状導体H34、H44がほぼ直上及び直下に向かってそれぞれ延びるように固定されているとともに、測温部においては、各ヒーターH3、H4の発熱部の一部に、棒状センサーH35、H45が圧接されている。なお図5では、便宜上、給電部と測温部とを対向配置した状態が表

されているが、実際には、給電部どうし及び測温部どうしが相対向するように配置されている。すなわちこれら給電部及び測温部は、互いに直交する対角の位置にそれぞれ一対づつ設けられている。

【0036】本発明が適用されるプラズマ処理装置は、プラズマエッティング装置に限られることはなく、プラズマ洗浄装置、プラズマドーピング装置、プラズマ酸化装置等のプラズマ処理を行う他の全ての装置に対しても同様に適用することができる。

【0037】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、プラズマ電極に付設された保持手段及び集中手段の少なくとも一方の表面に対する反応生成物の付着を良好に防止することができ、清掃・交換等のメンテナンスサイクルを長くして上記保持手段あるいは集中手段を長期にわたって使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用するプラズマエッティング装置の一

例を表した縦断面説明図である。

【図2】本発明の一実施例におけるヒーターの構造を表した外観斜視図である。

【図3】図1に表された装置に設けられた熱媒体排出装置の外観斜視図である。

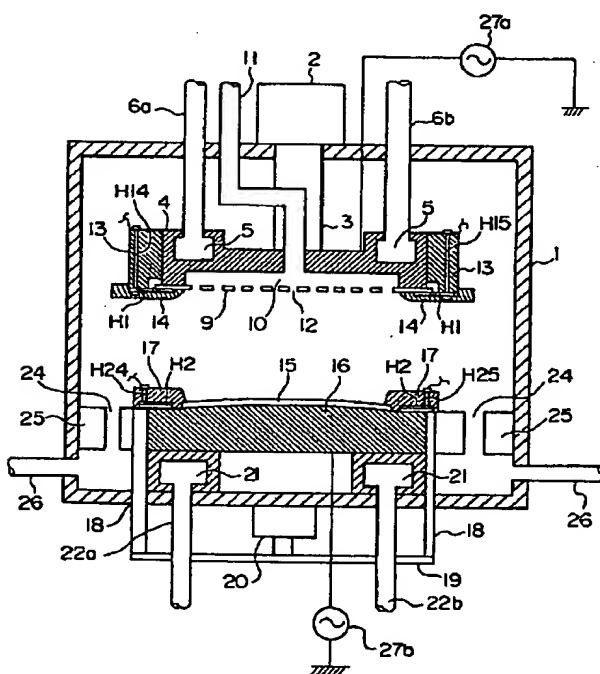
【図4】図1に表された装置に設けられた熱媒体排出装置の系統説明図である。

【図5】本発明の他の実施例を適用したプラズマエッティング装置の縦断面説明図である。

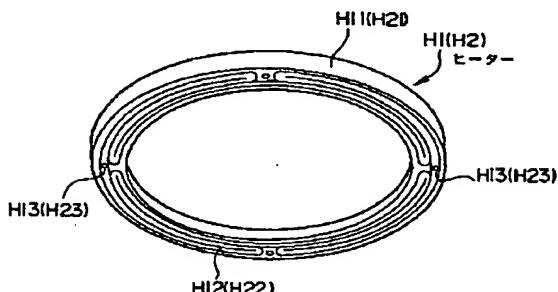
【符号の説明】

- 1 処理室
- 9 上部電極
- 14 フォーカスリング
- 15 半導体ウエハ
- 16 下部電極
- 17 クランプリング
- H1, H2, H3, H4 ヒーター

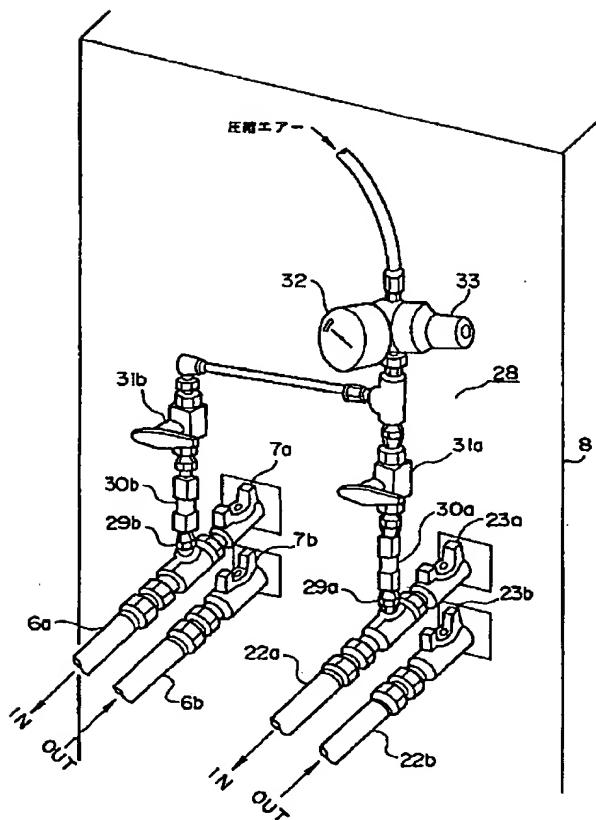
【図1】



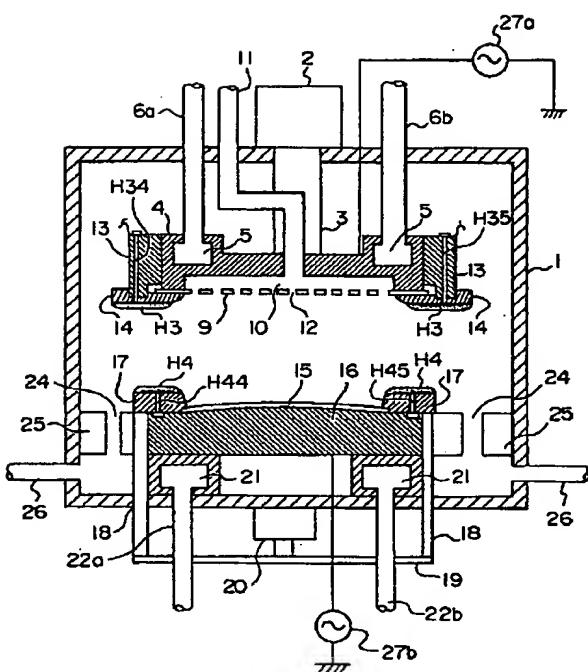
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

